



Fabrikasi Membran PES Ultrafiltrasi Dan Kinerjanya Pada Penyisihan Fosfolipid Minyak CPO

Fabrication of Ultrafiltration PES Membrane and Its Performance on Phospholipid Removal of Crude Palm Oil

Fachrul Razi^{1*}, Umi Fathanah¹, Novia Mehra Erfiza²

¹ Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdurarauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111

² Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Hasan Kreung Kalee No.3, Darussalam, Banda Aceh 23111

*E-mail: fachrurrazi@che.unsyiah.ac.id

Terima draft: 18 Februari 2019; Terima draft revisi: 2 Juni 2019; Disetujui: 12 Juni 2019

Abstrak

Penyisihan kandungan fosfolipid dalam minyak mentah kelapa sawit (CPO) telah dilakukan menggunakan membran ultrafiltrasi polietersulfon (PES). Membran PES dibuat secara inversi fasa dengan variasi konsentrasi polimer PES yaitu 15% dan 18% (%-b) dan pelarut dimetil sulfoxida (DMSO). Membran yang dihasilkan disebut membran PES-15 dan PES-18. Selanjutnya Membran PES dilakukan uji karakterisasi yaitu observasi struktur morfologi membrane menggunakan scanning electron microscopy (SEM) dan analisa komposisi kimia menggunakan FT-IR. Unjuk kerja membran PES pada penyisihan fosfolipid dalam minyak CPO dilakukan secara ultrafiltrasi menggunakan modul dead-end. Rasio komposisi CPO dan heksana dalam larutan umpan yaitu 40%:60% dan 60%:40% (b/b). Hasil SEM membran memperlihatkan bahwa membran PES-15 dan PES-18 memiliki struktur asimetrik dengan lapisan atas berupa lapisan tipis dan rapat (dense) sedangkan lapisan penyangga (support) berupa lapisan berongga (porous dengan struktur pori berbentuk jari. Hasil analisis komposisi kimia baik pada membran PES-15 dan PES-18 menunjukkan adanya gugus C=O dan O=S=O pada kedua jenis membran yang mengindikasikan struktur molekul PES. Kinerja penyisihan fosfolipid tertinggi diberikan oleh membran PES-15 untuk umpan larutan CPO dengan komposisi 60% CPO:40% heksana (b/b) dimana persen penyisihan fosfolipid mencapai 97%

Kata kunci: penyisihan fosfolipid, minyak cpo, ultrafiltrasi, membran PES, stuktur assimetrik

Abstract

The removal of phospholipid content in crude palm oil (CPO) has done using ultrafiltration of polyethersulfone (PES) membrane. PES membranes are made by phase inversion method with variation of PES polymer concentration of 15% and 18% (wt.%) by dissolving them in dimethyl sulfoxide (DMSO) solvent. The prepared PES membranes are abbreviated as PES-15 and PES-18. The membranes characteristics were studied such as the morphology structure using scanning electron microscopy (SEM), and the chemical composition was analyzed by using FT-IR. Besides, the phospholipids removal in the palm oil was carried out by filtration a mixture of palm oil-hexane as the feed solution through PES-15 membrane. The ratio of CPO and Hexane in the feed solution is 40%: 60% and 60%: 40% (w/w). SEM results showed that the PES-15 and the PES-18 membrane had an asymmetric structure with the thin dense top layers while the support layer had the porous structure. FT-IR results of both PES membranes showed that there is the existence of the carbonyl unit, C = O and the sulfonate unit, S = O which indicated the molecular structure of PES. The highest phospholipid removal was achieved by PES-15% for the feed solution ratio of 60%: 40% (w/w) where the phospholipid removal reached 97%.

Keywords: phospholipid removal, crude palm oil (CPO), ultrafiltration, PES membrane, Asymmetric structure

1. Pendahuluan

Minyak kelapa sawit merupakan komoditas unggulan di Indonesia yang dihasilkan dari proses pengolahan lanjutan dari minyak kelapa sawit mentah (*crude plam oil*) atau

(CPO). Minyak CPO dihasilkan dari ekstraksi daging buah kelapa sawit umumnya mengandung komponen yang bermanfaat bagi kesehatan seperti triasilgliserol atau lipida netral, vitamin E seperti tokoferol dan tokotrienol, vitamin A seperti karetonoid

dan fitosterol. Disamping itu juga terkandung komponen yang tidak diinginkan atau *impurities* (pengotor) seperti asam lemak bebas (FFA), fosfolipid atau *gum*, pigmen, logam berat dan senyawa lainnya (Mba dkk., 2015). Adanya pengotor pada minyak menurunkan kualitas minyak yang dihasilkan seperti mempengaruhi penampilan fisik, rasa, bau dan waktu simpan dari minyak sehingga harus dihilangkan melalui proses pemisahan baik secara fisika maupun secara kimia (Subramanian dkk., 1998; Arora dkk., 2006).

Fosfolipid dapat dikelompokkan menjadi dua golongan yaitu fosfolipid *hydratable* dan fosfolipid *non-hydratable*. Komponen terbesar dari fosfolipid *hydratable* adalah lesitin sedangkan fosfolipid *non hydratable* terdiri dari sefalin, garam kalsium dan magnesium dari *phosphatidic acid*. Pemisahan fosfolipid *non-hydratable* biasanya lebih sulit dan biasanya membutuhkan perlakuan dengan asam seperti asam fosfat, asam sitrat dan zat *degumming* lainnya untuk mengubahnya menjadi bentuk yang *hydratable* (Zufarov dkk., 2008).

Penggunaan minyak sawit sebagai bahan pangan yang dihasilkan dari minyak CPO harus dimurnikan terlebih dahulu dimana proses *degumming* fosfolipid merupakan tahap pertama untuk memenuhi persyaratan sebagai minyak makan (Marenchino dkk., 2006). Adanya fosfolipid pada minyak CPO tidak dikehendaki karena menimbulkan emulsi serta mempersulit proses *refining* minyak CPO menjadi minyak pangan (Sumarna., 2006). Proses *degumming* pada minyak CPO diantaranya *water degumming* (*wet degumming*), *dry deggumming* dan *membran degumming*. *Water Degumming* adalah proses menghilangkan getah melalui pengendapan oleh hidrasi air murni. Pada proses ini uap air dikontakkan dengan minyak sehingga minyak akan membentuk hidrat dan dilanjutkan dengan proses sentrifugasi. Metode ini digunakan pada ekstraksi gum untuk produksi lesitin, minyak kedelai dan minyak mentah dengan kandungan fosfor 200 ppm (Ribiero dkk., 2006). *Dry degumming* adalah proses *degumming* kering dimana *gum* dihilangkan melalui proses pengendapan pada suasana asam dengan menggunakan asam fosfat (H_3PO_4) dan dilanjutkan dengan proses filtrasi. Proses konvensional seperti *wet dan dry degumming* membutuhkan penambahan air dan asam fosfat (H_3PO_4) masih menyisakan kendala seperti banyak minyak yang hilang (*oil loss*), butuh proses lanjutan yaitu sentrifugasi, dan tidak ramah lingkungan karena adanya penambahan

asam fosfat

Teknologi membran yang menggunakan prinsip pemisahan komponen berdasarkan ukuran dan berat molekul merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk proses *degumming* minyak CPO seperti proses ultrafiltrasi (UF). Dimana pemisahan komponen yang berbeda sesuai dengan berat molekul komponen, operasi pemisahan dapat dilakukan pada tekanan dan suhu rendah dan biasanya tidak melibatkan perubahan fasa serta kemurnian produk relatif tinggi (Baker., 2004)

Pesatnya perkembangan teknologi pemisahan berbasis membran turut mendorong meluasnya aplikasi membran pada berbagai bidang. Khususnya industri pangan, fokus teknologi membran diarahkan pada produksi membran dalam jumlah yang mencukupi untuk industri pengolahan minyak dengan tujuan untuk rekoveri pelarut dari senyawa misella (*miscella*), penghilangan gum, pemucatan, deasidifikasi, hidrolisis minyak dan lemak, sintesis struktur lipida di dalam reaktor, pemekatan konsentrasi komponen minor, dan pemisahan emulsi (Coutinho dkk. 2009).

Beberapa penelitian tentang *degumming* fosfolipid yang telah dilakukan menggunakan membran UF diantaranya dilakukan oleh De Moura dkk. (2005). Pada penelitian ini sampel minyak yang digunakan yaitu minyak kedelai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyisihan fosfolipid mencapai 89% menggunakan membran UF dari bahan polietersulfon yang dilakukan pada suhu 50°C dan tekanan 0,5-5 bar. Namun demikian rejeksi fosfolipid relatif rendah serta penggunaan suhu yang tinggi juga dapat menyebabkan proses oksidasi dan hidrolisis pada minyak. Penyisihan fosfolipid pada minyak kedelai mentah juga telah dilakukan oleh Koris dan Marki (2006). Membran yang digunakan adalah membran ultrafiltrasi berbahan keramik TI-70-100 dan TI-01070-20 dengan ukuran pori masing-masing 100 nm dan 20 nm yang dioperasikan pada suhu 45°C dan tekanan 1-5 bar. Didapatkan retensi fosfolipid mencapai 97% pada tipe membran keramik TI-01070-20 dan 47% pada tipe membran keramik TI-70-100 untuk tekanan operasi pemisahan 2 bar. Selama pengolahan minyak, misella yang mengandung 25-30% minyak kedelai mentah dan 70-75% heksana digunakan sebagai larutan umpan. Sedangkan Marenchino dkk (2006) telah melakukan *degumming* campuran minyak kedelai mentah dan heksana dengan komposisi

minyak kedelai 25%:75% (%-berat) menggunakan membran inorganik UF tubular pada tekanan operasi 1-5 bar dan suhu operasi 30°C-50 °C, penyisihan fosfolipid yang didapat mencapai 95,3%.

Pagliero dkk (2007) menggunakan membran assimetrik PVDF pada proses *degumming* minyak biji bunga matahari dan minyak kedelai dimana rejeksi fosfolipid mencapai 95% pada rentang tekanan operasi 2-6 bar dan rentang suhu 30°C-50°C. De Saouza dkk. (2008) melaporkan tentang proses pemisahan misella campuran minyak jagung-heksana (25-%:75-%) (%-berat) menggunakan membran UF keramik. Persen penyisihan fosfolipid tertinggi mencapai 98% pada tekanan operasi 3 bar. Berikutnya Tres dkk (2012) mempelajari kinerja membran hollow fiber PES/PVP dengan ukuran 50 kDa untuk merekoveri pelarut n-heksana dari campuran minyak kedelai-heksana. Variasi rasio komposisi minyak kedelai dan heksana yaitu 1:1, 1:4 dan 1:5 (b/b) dengan variasi tekanan operasi yang digunakan yaitu 0.9, 1.1 dan 1.3 bar. Hasil rejeksi fosfolipid yang dicapai yaitu 10-28.7% dan fluks permeasi sebesar 12-65.3 kg/m².jam. Azmi dkk. (2015) melaporkan tentang proses *degumming* dan deasidifikasi minyak CPO membran PVA crosslink PVDF. Namun demikian masih sedikit sekali penelitian yang melaporkan tentang proses *degumming* minyak CPO menggunakan membran polimer terutama membran PES. Disamping itu persen penyisihan fosfolipid minyak CPO masih relatif rendah sehingga penelitian *degumming* dengan membran polimer masih sangat menarik.

Penelitian terkini tentang proses *degumming* campuran minyak CPO-Isopropanol telah dilaporkan oleh Aryanti dkk (2018) yang menggunakan membran flat PES dengan penambahan aditif PEG. Variasi rasio komposisi umpan campuran minyak CPO-Isopropanol yaitu 30%, 40%, 50%, dan 60% (%-berat). Proses ultrafiltrasi dilakukan menggunakan tipe aliran silang (*cross flow*) pada tekanan operasi 1 bar dengan variasi suhu umpan 30-45°C. Rejeksi fosfolipid yang didapatkan sudah cukup tinggi dalam rentang 93%-99% bar. Namun demikian proses *degumming* campuran minyak CPO- N-Heksana belum dilakukan sehingga terbuka kemungkinan peningkatan nilai rejeksi yang lebih baik jika dilakukan pada variasi tekanan operasi dan suhu umpan. Oleh karena itu tujuan penelitian ini yaitu fabrikasi ultrafiltrasi (UF) membran PES dengan metode inversi fasa dan mempelajari kinerja membran PES pada penyisihan fosfolipid.

Variasi komposisi larutan umpan awal minyak CPO-heksana yaitu 40%:60% dan 60%:40% (%-berat) dan tekanan operasi 3 bar. Kinerja PES membran pada penyisihan minyak CPO-heksana dilakukan menggunakan modul *dead-end* yang tersedia dilaboratorium.

2. Metodologi

Penelitian yang dilakukan diawali dengan pembuatan membran flat PES dilanjutkan dengan uji karakterisasi membran PES dan diakhiri dengan uji kinerja membran PES pada penyisihan kandungan fosfolipid minyak CPO.

2.1. Alat dan Bahan

Resin polimer polietersulfon (PES) Ultrason E 2020 P dibeli dari Basf Company (USA) digunakan sebagai bahan utama membran, dimethylsulfoksida (DMSO) dibeli dari Merck (Germany) digunakan sebagai pelarut dan aquades digunakan sebagai non-pelarut. N-heksana dibeli dari Millipore (Indonesia) digunakan sebagai pengencer pada larutan awal CPO, hidrazinium sulfat, sodium molybdat, KH₂PO₄ dibeli dari Millipore Indonesia digunakan untuk analisa fosfolipid minyak CPO awal dan setelah proses *degumming*. Adapun modul *dead-end* digunakan pada proses ultrafiltrasi minyak CPO, timbangan micro AB-204 (Mettler Toledo, GmbH, Switzerland) digunakan dalam preparasi larutan cetak membran (*dope solution*) dan untuk menimbang berat larutan CPO dan untuk analisa fosfolipid.

2.2. Preparasi Membran Flat PES

Membran flat PES ultrafiltrasi dibuat secara inversi fasa dimana larutan cetak membran dibuat dengan mencampurkan resin polimer PES dengan variasi berat 15% dan 18% (%-berat) ke dalam pelarut DMSO di dalam beaker glass 100 ml dan diaduk menggunakan pengaduk magnetik sampai terlarut sempurna. Larutan cetak kemudian dituangkan di atas plat kaca dan diratakan dengan dengan aplikator (Yoshida Co.Ltd, Japan) dengan ketebalan 150 um. Plat kaca lalu dicelupkan ke dalam bak koagulasi yang berisikan aquades sebagai koagulan. Film membran PES yang terkelupas dari plat kaca kemudian disimpan di dalam wadah berisikan air sehingga diharapkan sisa pelarut (DMSO) yang tidak bereaksi pada saat pembentukan membran PES akan berdifusi ke dalam air. Membran PES berikutnya dilakukan uji karakterisasi. Membran PES flat dengan kode A1 dan A2 dibuat dengan variasi larutan cetak sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi larutan cetak membran PES

| Polimer PES (%-berat) | Pelarut DMSO (%-berat) | Kode PES membran |
|--------------------------|------------------------------|---------------------|
| 15 | 85 | A1 |
| 18 | 82 | A2 |

2.3. Karakterisasi Membran Flat PES

Membran flat PES A1 dan PES A2 dilakukan serangkaian pengujian yang meliputi karakterisasi struktur morfologi PES membran dengan SEM, analisa komposisi kimia membran dengan FT-IR, dan koefisien permeabilitas air murni membran PES.

2.3.1. Struktur morfologi membran

Morfologi membran flat PES A1 dan membran flat PES A2 dianalisis menggunakan peralatan SEM (JSF-7500, JEOL, Japan dengan akselerasi voltase elektron sebesar 10 kVolt. Sampel membran PES A1 dan A2 terlebih dahulu dipatahkan di dalam nitrogen cair untuk observasi penampang dan permukaan membran. Berikutnya sampel dikering vacuumkan selama satu malam dan selanjutnya dilapisi dengan serbuk Pd/Pt sebelum analisa SEM. Pada bagian ini juga diobservasi ukuran pori dan distribusi ukuran pori membran PES A1 dan A2 dari gambar SEM permukaan membran. Dimana diameter pori terbesar dan terkecil dibandingkan dengan skala 1 μm pada faktor perbesaran 10.000 kali. Untuk penentuan ukuran pori membran aktual biasanya dilakukan dengan metode solute-rejection (MWCO test) menggunakan polietilen glikol atau dekstrin pada berbagai ukuran molekul.

2.3.2. Analisa komposisi kimia membran flat PES

Komposisi kimia pada membran flat PES membran dianalisa menggunakan *Fourier transform infrared spectroscopy* (FTIR-8100A; Shimadzu, Japan). Spektra IR dari sampel membran direkam pada bilangan gelombang 600-2400 cm^{-1} .

2.3.3. Koefisien permeabilitas

Untuk mengetahui permeabilitas air murni dari masing-masing membran flat PES dilakukan dengan mencatat data volume permeasi aquades pada proses filtrasi sampai keadaan tunak dicapai untuk rentang tekanan operasi 1-3 bar. Fluks permeasi air murni (J) dan koefisien permeabilitas air murni (Lp)

pada membran PES A1 dan A2 ditentukan dari persamaan (1) dan persamaan (2) berikut.

$$J = \frac{V}{A \times t} \quad (1)$$

$$L_p = \frac{J}{\Delta P} \quad (2)$$

Dimana:

J = fluks permeasi air murni ($\text{l/m}^2 \cdot \text{jam} \cdot \text{bar}$)

V = volume permeat (l)

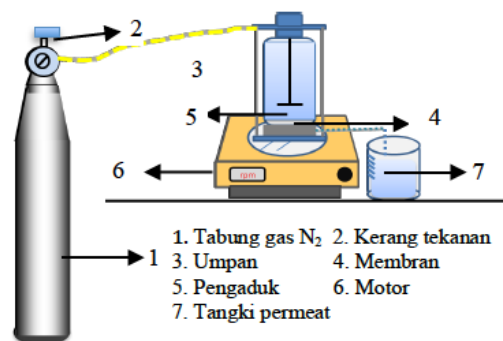
t = waktu (jam)

Lp = Koefisien permeabilitas air murni ($\text{l/m}^2 \cdot \text{jam} \cdot \text{bar}$)

ΔP = beda tekanan operasi (bar)

2.4. Kinerja Membran Flat PES pada Penyisihan Fosfolipid Minyak CPO

Kinerja flat PES membran pada penyisihan fosfolipid minyak CPO dilakukan dengan modul *dead-end* pada tekanan 3 bar. Diagram skematis peralatan proses ultrafiltrasi diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram skematis proses ultrafiltrasi campuran minyak CPO-heksana

Larutan umpan sebanyak 300 gram dibuat dengan variasi rasio berat minyak CPO:N-heksana (b/b) yaitu 40%:60% dan 60%:40% dimasukkan ke dalam modul filtrasi *dead-end* yang telah dipasang membran flat PES A1 yang berbentuk lingkaran dengan luas efektif 29.20 cm^2 , kemudian dialirkan gas nitrogen (N_2) dari tabung gas N_2 sebagai gaya dorong Ultrafiltrasi yaitu pada tekanan operasi 3 bar serta pada variasi suhu umpan yaitu suhu ruang (27°C) dan suhu 40°C . Selama proses filtrasi berlangsung dilakukan pengadukkan dengan kecepatan pengadukkan 50 rpm. Larutan permeat ditampung setiap 5 menit sampai kondisi tunak tercapai. Konsentrasi fosfolipid dalam larutan umpan dan permeat dianalisa menggunakan UV-Spectrofotometer pada panjang gelombang 865 nm sesuai dengan metode analisis Ca 12-55 AOAC (1999) dan Chen dkk. (2013).

Persen penyisihan fosfolipid (R) minyak CPO dievaluasi menggunakan persamaan (3).

$$R = \left(1 - \frac{C_p}{C_F} \right) \times 100\% \quad (3)$$

Dimana:

R = persen penyisihan fosfolipid

C_F = konsentrasi fosfolipid dalam umpan

C_p = konsentrasi fosfolipid dalam permeat

Adapun kondisi proses pemisahan diberikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kondisi proses ultrafiltrasi menggunakan membran PES A1

| No | Kondisi proses ultrafiltrasi | Notasi |
|----|---|--------|
| 1 | Umpan (40%CPO: 60% Heksana), suhu ruang | A |
| 2 | Umpan (40%CPO: 60% Heksana), suhu 40°C | B |
| 3 | Umpan (60%CPO: 40% Heksana), suhu ruang | C |
| 4 | Umpan (60%CPO: 40% Heksana), suhu 40°C | D |

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisa Morfologi Membran Flat PES

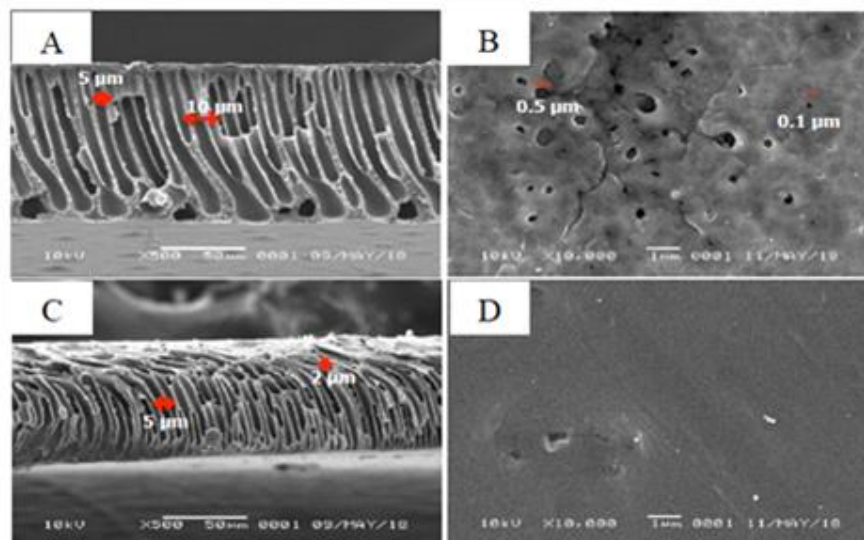
Struktur morfologi membran flat PES A1 dan PES membran A2 ditunjukkan pada Gambar 2. Gambar 1(A) merupakan penampang melintang PES membran A1 dapat dilihat bahwa PES membran A1 memiliki lapisan penyangga berpori dengan bentuk pori yang menjari dan rentang ukuran pori 5-20 μm yang didominasi oleh makropori. Adapun struktur permukaannya terlihat berpori

sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 1(B) dimana rentang ukuran porinya berkisar antara 0.01-0.5 μm . Sedangkan PES membran A2 memiliki lapisan penyangga berpori berbentuk *sponge* (karang) dengan rentang ukuran pori 2-5 μm (Gambar 1(C).

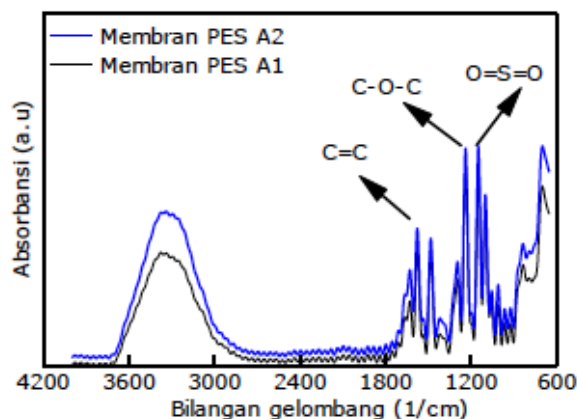
Perbedaan struktur kedua jenis membran dimungkinkan karena pada saat solidifikasi (proses pembentukan membran) pada membran PES A2 lebih cepat dibandingkan membran PES A1 karena larutan cetak membran PES A2 lebih kaya akan polimer jika dibandingkan membran PES A1 sehingga menghasilkan struktur yang lebih rapat. Untuk tampak permukaan PES membran A2, pori membran tidak terdeteksi pada magnifikasi 10.000 kali. Secara umum kedua jenis membran PES A1 dan PES A2 tergolong ke dalam ultrafiltrasi membran dengan rentang ukuran pori 0.001-0.1 μm (Baker, 2004).

3.2. Analisa Komposisi Membran PES

Komposisi kimia membran PES A1 dan A2 dianalisa menggunakan FTIR sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2. Karakterisasi spektrum IR pada membran PES A1 dan membran PES A2, ditunjukkan pada Gambar 3. Membran PES murni dicirikan dengan adanya ikatan sulfon unit ($-\text{SO}_2-$) pada bilangan gelombang 1327 cm^{-1} , kemudian ikatan C-O-C yang terdeteksi pada bilangan gelombang 1240 cm^{-1} juga adanya ikatan C=C asimetrik yang muncul pada bilangan gelombang 1570 cm^{-1} menandakan adanya ikatan aromatik (Razi dkk., 2012, Sadhegi dkk., 2013).



Gambar 2. SEM Penampang melintang dan permukaan membran flat PES. A-B. PES membran A1. C-D. PES membran A2



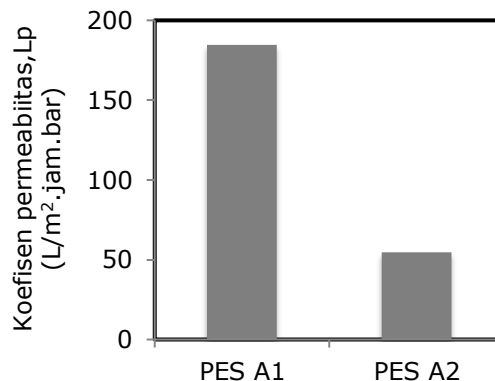
Gambar 3. Spektra IR membran PES A1 dan A2

Spektra IR baik pada membran PES A1 dan membran PES A2 hampir persis berimpit dimana hanya sedikit terdapat intensitas serapan yang sedikit lebih tinggi pada membran PES A2 karena konsentrasi PES polimer yang lebih tinggi dibandingkan membran PES A1. Disamping itu juga dikarenakan membran PES A2 dibuat dengan menggunakan jumlah pelarut DMSO yang lebih besar jika dibandingkan jumlah pelarut DMSO pada membran PES A1 dimana gugus $-S=O-$ merupakan gugus fungsi dimetil sulfoksida terdeteksi pada bilangan gelombang 1240 cm^{-1} yang mana memiliki intensitas yang relatif lebih tinggi pada membran PES A2.

3.3. Koefisien Permeabilitas Air Murni

Data koefisien permeabilitas air murni dari membran PES A1 dan membran PES A2 A1 diberikan pada Gambar 4. Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa membran PES A1 memiliki nilai koefisien permeabilitas air murni sebesar $184.68\text{ l/m}^2\cdot\text{jam}\cdot\text{bar}$ sedangkan koefisien permeabilitas air murni membran PES A2 sebesar $54.51\text{ l/m}^2\cdot\text{jam}\cdot\text{bar}$. Tingginya nilai koefisien permeabilitas air murni pada membran PES A1 dikarenakan memiliki jumlah dan ukuran pori yang relatif lebih besar jika dibandingkan dengan membran PES A2. Hal ini dibuktikan oleh hasil SEM struktur morfologi membran PES A1 dan membran PES A2 pada Gambar 1. Semakin tinggi nilai koefisien permeabilitas suatu membran maka semakin tinggi pula fluks permeasi yang dihasilkan oleh membran tersebut. Kinerja pemisahan tidak hanya dinilai dari besarnya nilai selektivitasnya namun juga diinginkan fluks permeasi yang juga tinggi, sehingga untuk kinerja

pemisahan hanya digunakan PES A1 yang mempunyai nilai koefisien permeabilitas air murni yang lebih tinggi dibandingkan membran PES A2.



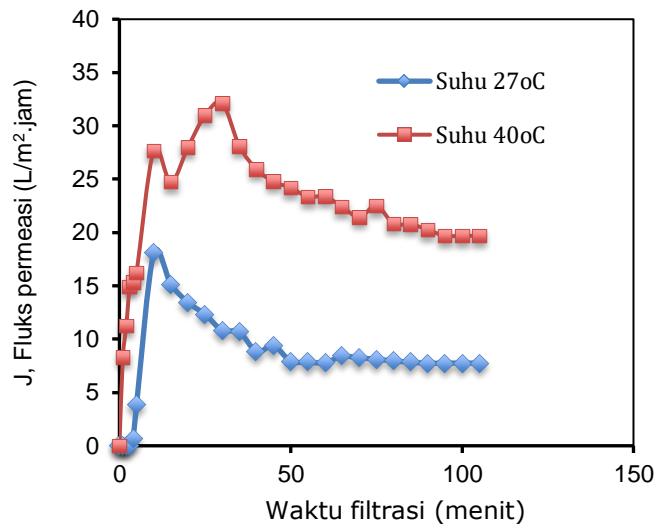
Gambar 4. Koefisien permeabilitas air murni membran PES

3.4. Kinerja Membran PES pada Penyisihan Fosfolipid Minyak CPO

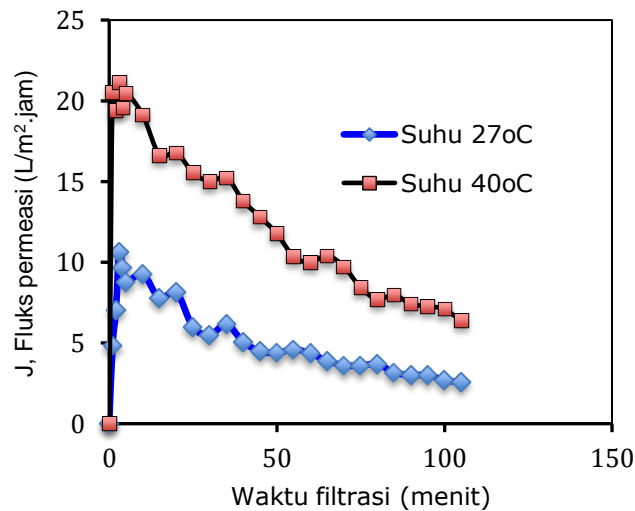
Untuk mengetahui kinerja membran PES pada penyisihan fosfolipid dari minyak CPO maka membran PES A1 digunakan pada proses filtrasi umpan minyak CPO karena membran PES A1 memiliki nilai koefisien permeabilitas air murni yang lebih tinggi dibandingkan membran PES A2. Profil fluks permeasi campuran minyak CPO-N-heksana diberikan pada gambar 5 dan Gambar 6.

Gambar 5 memperlihatkan profil fluks permeasi campuran minyak CPO-Heksana terhadap waktu filtrasi pada suhu umpan 27°C dan 40°C . Fluks permeasi pada suhu 40°C lebih tinggi jika dibandingkan pada suhu 27°C . Ini dimungkinkan karena kenaikan suhu umpan campuran minyak CPO-Heksana dapat menurunkan viskositas umpan, sehingga umpan menjadi lebih encer dan mudah mengalami permeasi dibandingkan larutan umpan yang lebih viskos. Secara umum fluks permeasi campuran minyak CPO-Heksana terlihat konstan dengan meningkatnya waktu permeasi jika dibandingkan dengan fluks permeasi pada Gambar 6.

Dimana fluks permeasi campuran minyak CPO-Heksana pada komposisi umpan 60%:40%, terlihat mengalami penurunan fluks yang relatif tajam. Penurunan fluks dikarenakan konsentrasi CPO sebesar 60% meningkatkan viskositas larutan sehingga larutan umpan menjadi lebih viskos yang akan meningkatkan konsentrasi larutan yang lebih tinggi pada permukaan membrane.



Gambar 5. Fluks permeasi campuran minyak CPO-N-heksana rasio komposisi umpan 40%:60% (b/b)



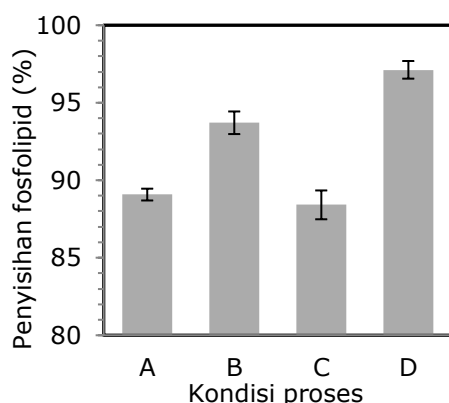
Gambar 6. Fluks permeasi campuran minyak CPO-N-heksana, rasio komposisi umpan 60%:40% (b/b)

Tingginya gradien konsentrasi pada permukaan membran akan menginisiasi terjadinya penyumbatan pori yang pada akhirnya akan menyebabkan fouling pada membran (Gambar 6). Kemungkinan lain yaitu terjadinya proses difusi balik dari permukaan membran dengan gradien konsentrasi yang lebih tinggi ke dalam larutan bulk dengan konsentrasi yang lebih rendah. Pengenceran umpan awal minyak CPO menggunakan heksana dimaksudkan agar fosfolipid terdispersi di dalam larutan non-polar yang akan membentuk misella berupa *reverse micella* dengan berat ukuran berat molekul 20.000 Dalton sehingga dapat dipisahkan dari minyak dengan berat molekul 800 Dalton (De Souza, 2008., Coutinho dkk., 2009).

Persen penyisihan fosfolipid minyak CPO menggunakan membran PES A1 ditunjukkan pada Gambar 7. Dapat dilihat bahwa persen penyisihan fosfolipid pada kondisi proses B dan D lebih tinggi jika dibandingkan dengan proses A dan C. Penyisihan fosfolipid sangat dipengaruhi oleh ukuran misella yang terbentuk. Dimana ukuran misella sangat dipengaruhi oleh konsentrasi umpan campuran minyak CPO-N-Heksana.

Semakin tinggi konsentrasi CPO akan semakin besar pula ukuran misella yang terbentuk (kondisi D). Kemungkinan yang lain naiknya suhu umpan juga akan meningkatkan proses pembentukan misella, dimana naiknya suhu akan menurunkan

viskositas sehingga meningkat proses dispersi minyak dalam pelarut N-Heksana yang mana akan meningkatkan ukuran missela sehingga akan menginduksi pemisahan fosfolipid dari larutan minyak CPO-heksana (kondisi B dan D). Persen penyisihan fosfolipid tertinggi dicapai pada proses D yang mencapai 97.22% yang relatif lebih baik jika dibandingkan proses A dan C dengan persen penyisihan fosfolipid sebesar 88.87%. Kandungan fosfolipid di dalam larutan umpan minyak CPO mencapai 87-ppm dapat diturunkan menjadi 2.41-ppm.



Gambar 7. Persen penyisihan fosfolipid pada berbagai kondisi proses operasi pemisahan pada membran PES A1

4. Kesimpulan

Membran flat PES telah dibuat secara inversi fasa dengan konsentrasi PES polimer sebesar 15-% dan 18-% (%-berat) dengan menggunakan pelarut DMSO. Membran PES 15-% dan PES 18-% yang dihasilkan termasuk ke dalam rentang membran ultrafiltrasi (UF). Kinerja membran PES 15-% dalam menyisihkan fosfolipid sangat dipengaruhi oleh suhu operasi dan pengadukkan umpan minyak CPO selama proses ultrafiltrasi. Kinerja terbaik dalam penyisihan fosfolipid minyak CPO mencapai 97% diberikan oleh membran PES 15-% pada rasio berat umpan minyak CPO dan pelarut heksana sebesar 60-%: 40-% (%-berat), suhu operasi 40°C dan dilakukan pengadukkan umpan selama proses ultrafiltrasi.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada DRPM RISTEK DIKTI atas pendanaan penelitian ini sesuai dengan Grant Penelitian No. 33/UN11.2/PP/SP3/2018.

Daftar Pustaka

- AOAC.(1999) *Official Methods and Recommended Practices of American Oil Chemists' Society*, 5th ed., D. Firestone, Ed., Methods Ca 12–55, American Official Analytical Chemist (AOAC), AOCS Press, Washington, U.S.A.
- Arora, S., Manjula, S., Krishna, A. G. G., Subramanian, R. (2006) Membrane processing of crude palm oil, *Desalination*, 191, 454–466.
- Aryanti, Na., Wardhani, D. H., Nafiunisa, A. (2018) Ultrafiltration membrane for degumming of Crude Palm Oil-Isopropanol Mixtures, *Chemical and Biochemical Engineering quarterly*, 32 (3), 325–334.
- Azmi, R. A., Goh, P. S., Ismail, A. F., Lau, W. J., Othman, N. H., Noor, A. M., Yusoff, M. S. A. (2015) Deacidification of Crude Palm Oil using PVA-crosslinked PVDF Membrane, *Journal of Food Engineering*, 6, 70–78.
- Baker, R. W. (2004) *Membrane Technology and Applications*, 2nd ed., John Wiley & Sons Ltd, Chichester, England.
- Chen, B., Xiao, X., Li, R., Zhao, W., Yang, K., Chen, G., Ma, X. (2014) An improved method for determining the phosphorus content in vegetable oils, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 116, 548–552.
- Coutinho, C. M., Chiu, M. C., Basso, R. C., Ribeiro, A. P. B., Gonçalves, L. A. G., Viotto, L. A. (2009) state of the art of the application of membrane technology to vegetable oils: A review, *Food Research International*, 42, 536–550.
- De Moura, J. L. M. N., Concalves, L. A. G., Petrus, J. C. C., Viotto, L. A. (2005) Degumming of vegetable oil by microporous membrane, *Journal of Food Engineering*, 70, 473–478.
- De Souza, M. P., Petrus, J. C. C., Concalves, L. A. G., Viotto, L. A. (2008) Degumming of corn oil/hexane miscella using a ceramic membrane, *Journal of Food Engineering*, 86, 557–564.
- Koris, A., Marki, E. (2006) Ceramic ultrafiltration membranes for non-solvent vegetable oil degumming (phospholipid removal), *Desalination*, 200, 537–539.

- Marenchino, R., Pagliero, C., Mattea, M. (2006) Vegetable oil degumming using inorganic membranes, *Desalination*, 200, 562–564.
- Mba, O. I., Dumont, M. J., Ngadi, M. (2015) Palm oil: Processing, and utilization in the food industry - A review, *Food Bioscience*, 10, 26–41.
- Pagliero, C., Mattea, M., Ochoa, N., Marchese, J. (2007) Fouling of polymeric membranes degumming of crude sunflower and soybean oil, *Journal of Food Engineering*, 78, 194–197.
- Razi, F., Sawada, I., Ohmukai, Y., Maruyama, T., Matsuyama, H. (2012) The improvement of antifouling efficiency of polyethersulfone membrane functionalization with zwitterionic monomers, *Journal of Membrane Science*, 401–402, 292–299.
- Ribiero, A. P. B., Moura, J. M. L. N., Concalves, L. A. G., Petrus, J. C. C., Viotto, L. A. (2006) Solvent recovery from oil/hexane miscella by polymeric membranes, *Journal of Membrane Science*, 282, 328–336.
- Sadhegi, I., Araujalian, A., Raisi, A., Dabir, B., Fathizadeh, M. (2013) Surface modification of polyethersulfone ultrafiltration membrane by corona air plasma for separation of oil/water emulsions, *Journal of Membrane Science*, 430, 24–36.
- Sumarna, D. (2006) Proses Degumming CPO (*Crude Palm Oil*) Menggunakan Membran Ultrafiltrasi, *Jurnal Teknologi Pertanian*, 2 (1), 24–30.
- Subramanian, R., Nakajima, M., Kawakitsu, T. (1998) Processing of vegetable oils using membranes polymeric composite, *Journal of Food Engineering*, 38, 41–56.
- Tres., M. V., Nobrega, R., Carvalho, R. B., Oliveira, J. V., Di Luccio, M. (2012) Solvent recovery from soybean oil/N-hexane mixtures using hollow fiber membrane, *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 29 (3): 577–584.
- Zufarov, O., Schmidt, S., Skretar, S. (2008) Degumming of rapeseed and sunflower oils, *Acta Chimica Slovaca*, 1, 321–328.